

**В.Г. ВЕРХОВЦЕВ¹, Г.В. ЛИСИЧЕНКО¹, Ю.Є. ТИЩЕНКО¹, В.Г. ШВАЙКО¹,
Г.Д. КОВАЛЕНКО²**

¹Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», м. Київ

²Український науково-дослідний інститут екологічних проблем Міністерства екології та природних ресурсів України, м. Харків

КОМПЛЕКСНІ РАДІОГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРИТОРІЇ БІЛАНІВСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО РОДОВИЩА

Державною установою «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» (ДУ "ІГНС") на замовлення Товариства з обмеженою відповідальністю «Біланівський гірничо-збагачувальний комбінат» (ТОВ «Біланівський ГЗК») у червні-жовтні 2012 р. проведені комплексні науково-дослідні роботи за темою «Натурні радіогеоелекологічні дослідження та оцінка ризиків, пов'язаних з радіаційною небезпекою при розробці Біланівського залізрудного родовища, Полтавська область». За результатами робіт відповідно до вимог технічного завдання договору з ТОВ "Біланівський ГЗК" замовнику переданий Заключний звіт. У статті висвітлюються основні наукові результати зазначених робіт.

Вступ. Рішення про проведення комплексних радіоекологічних досліджень та вивчення сучасних радіаційних параметрів Біланівського родовища залістистих кварцитів приймалося Замовником та Виконавцем на підставі листів Національної комісії з радіаційного захисту населення України від 18.06.2012 №2-4/65 та №2-4/66.

Мета роботи: дослідження та оцінювання потенційного радіаційно-екологічного впливу на навколишнє середовище від розробки та експлуатації Біланівського родовища.

Об'єкт досліджень: радіаційно-екологічні показники геологічного середовища Біланівського родовища.

Основні завдання:

- вивчення, узагальнення та аналіз фондових геологічних та геофізичних матеріалів;
- проведення натурних польових досліджень і відбір проб;
- проведення лабораторних та експериментальних радіоекологічних досліджень;
- обробка та систематизація отриманих даних щодо радіаційного стану родовища;
- визначення радіоекологічного ризику та картографування результатів досліджень;
- підготовка науково-експертних рекомендацій.

Біланівське залізрудне родовище розташоване на землях Дмитрівської і Бондарівської сільрад Кременчуцького району в південно-західній частині Полтавської області (рис. 1.).

Особливості геологічної будови. У геоструктурному відношенні район належить до північно-східного схилу Українського щита (УЩ), до зони його переходу в Дніпровсько-Донецьку западину (ДДЗ).

У будові цієї зони виділяється два структурні яруси – нижній, який представлений докембрійськими кристалічними породами, і верхній, складений відкладами кайнозою.

Докембрійські породи покриті чохлом осадових відкладів потужністю від 84 м в південній частині, до 115 м в північній частині родовища.

Нижній структурний ярус має складчасто-блокову будову.

В межах району виділяється ряд синклінальних і антиклінальних структур північ–північно-східного та північно-західного простягання, а також розривні порушення головним чином тих же напрямків.

Головними з них є Кременчуцька і Кобеляцька синкліналі, які розділені П'ятихатським валом – крупною антиклінальною структурою.

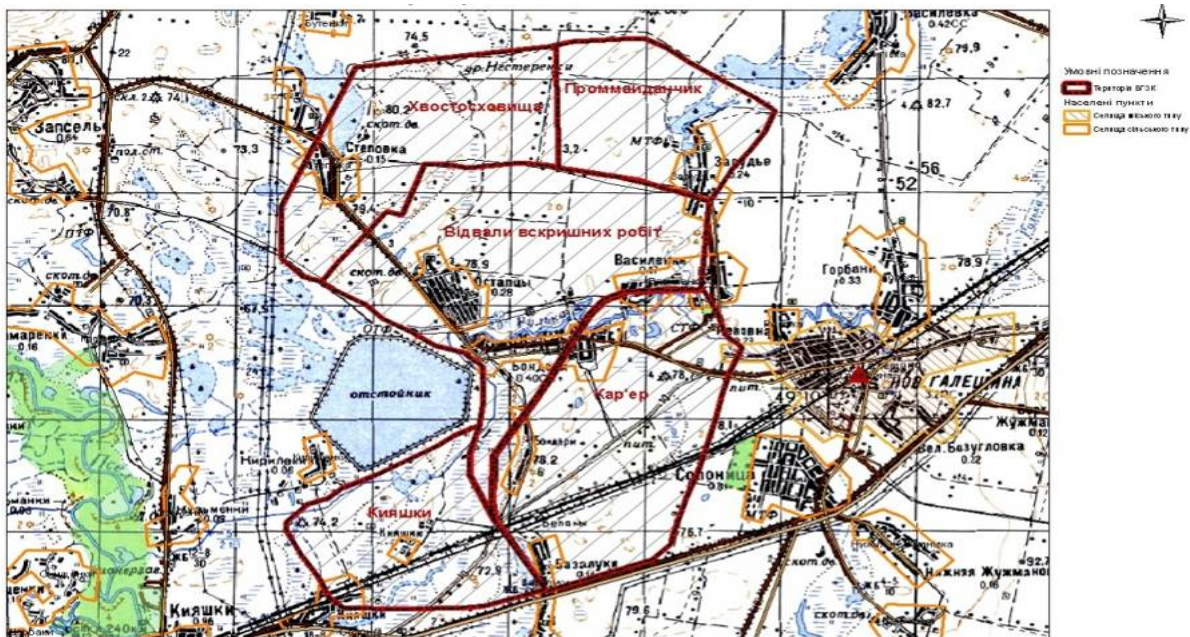


Рис. 1. Територія Біланівського ГЗК

Синклінальні структури складені метаморфічними породами криворізької і конксько-верховцевської серій. Антиклінальні представлені, насамперед, плагіогранітами і мігматитами дніпровського та кіровоградсько-житомирського гранітоїдних комплексів.

Кременчуцька синклінальна структура простягається на Пн-Сх $10-15^0$ на 45 км. Це вузька, шириною всього 0,2-3 км, структура, яка заглиблюється з півдня, де породи, що її складають, лежать близько до денної поверхні, на північ, на глибину до 4-5 км. Західне крило цієї синклінали зрізано Кременчуцько-Криворізьким (Головним) розломом.

У Кременчуцькій структурі виділяється декілька структур другого порядку. Головні з них Горишне-Плавнинська і Галещинська синклінали та Південно-Галещинська антикліналь. Біланівське родовище залізистих кварцитів розташовано в межах останньої, яка в свою чергу розділена Біланівською антиклінальною на дві синклінали більш високого порядку. Загальне падіння порід західне, під кутами $15-65^0$, місцями 75^0 .

Особливу роль на ділянці грає Кременчуцько-Криворізький (Головний) глибинний розлом. Простягання його Пн-Сх $10-15^0$, падіння – західне, вельми круте – $70-80^0$ поблизу поверхні фундаменту і за даними ГСЗ на глибині поступово виположується. Розлом є проблемним у сеймотектонічному відношенні. У 2007 і 2011 роках в його межах, у районі м. Кривий Ріг, відбулися два землетруси з інтенсивністю у епіцентральної зоні 4-5 балів.

В межах Кременчуцької синклінальної структури простежені Єристівський, Галещинський, Біланівський, Рєвовський, Харченковський та інші розломи, які січуть товщу порід криворізької серії у північ–північно-східному напрямку. Так, Галещинський розлом простягається на Пн-Сх $20-25^0$ з падінням на північний захід під кутом $70-75^0$. Крім того, відомі ще й інші другорядні розривні порушення, головним чином, північно-східного простягання (наприклад, два – на II профілі в межах Біланівського родовища). Є також розриви північно-західного і, рідше, субширотного напрямку. Амплітуда зміщень по розломах змінюється від десятків, перших сотень метрів до 1 км і більше.

З давніх кристалічних порід в межах Біланівського родовища розвинені метаморфічні поклади конксько-верховцевської серії архею і криворізької серії протерозою, а також відповідні їм за віком комплекси гранітоїдів. Породи конксько-верховцевської серії зустрічаються у вигляді лінзовидних останців амфіболітів і кварцово-біотитових сланців серед гранітоїдів дніпровського і кіровоградсько-житомирського комплексів. Криворізька серія метаморфічних порід залягає на еродованій поверхні

конксько-верховцевських порід. На родовищі в складі серії виділяються середня і верхня світи, у східній частині родовища відомі породи нижньої світи криворізької серії. Нижня, або скелеватська світа (K_1) в основі має пачку кварцових пісковиків світло-сірого кольору, щільних. У верхній частині світа складена кварцово-слюдистими сланцями, що представляють собою темно-сірі породи, іноді з зеленуватим або буруватим відтінком. Середня або саксаганська світа (K_2) в межах родовища представлена вісьмома підсвітами $K_2^1, K_2^2, K_2^3, K_2^4, K_2^5, K_2^6, K_2^7, K_2^8$ (рис. 2).

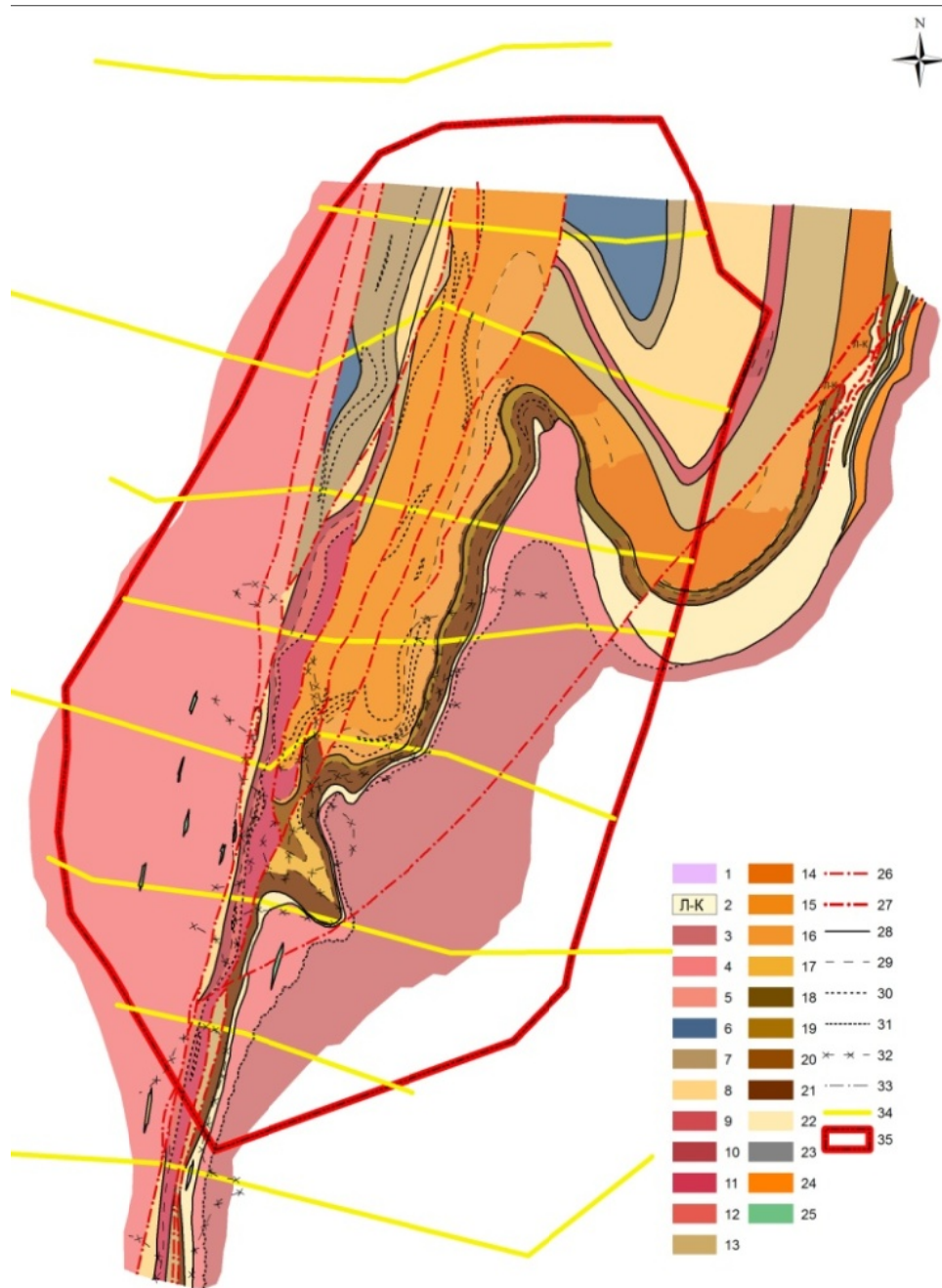


Рис. 2. Геологічна карта докембрію Біланівського залізрудного родовища та прилеглої території за даними Кременчуцької ГРЕ (з доповненнями та змінами О.О. Крамара). Комп'ютерна кольорова версія складена Красновим Є.Б.

Умовні позначення до рис. 2: 1 – $\beta_1 PR_1-PR_2$ – діабазити; 2 – зони прояву лужного і карбонатного метасоматозу; Кіровоградський гранітоїдний комплекс ($plum PR_k$): 3 – граніти плагіоклазові сірі різнозерністі; 4 – мігматити плагіоклазові сірі різнозерністі; 5 – катаклазити мігматитів; Саксаганська серія (нерозчленована): 6 – K_2^1 – сланці кварцово-біотитові, місцями хлоритизовані, з прошарками кварцових дрібнозернистих

метапісковиків; 7 – K_2^7 – кварцити магнетитові, кумінгтоніто-магнетитові та біотито-магнетитові (1) з лінзами кварцово-магнетито-біотитових сланців (2); 8 – K_2^6 – сланці кварцово-біотитові філітовидні та метапісковики кварцово-польовошпатові, часто карбонатизовані, іноді з прошарками кумінгтоніто-магнетитових кварцитів; конгломерати, седиментаційні брекчії; 9 – K_2^4 – кварцити магнетитові та кумінгтоніто-магнетитові з прошарками кварцово-кумінгтонітових та кварцово-біотитових сланців, хлоритизованих, місцями з гранатом; 10 – K_2^3 – кварцити магнетитові червоносмужчасті з прошарками сіросмужчастих магнетитових та кумінгтоніто-магнетитових кварцитів; 11 – K_2^2 – кварцити магнетитові, кумінгтоніто-магнетитові з лінзами кварцово-біотитових сланців; 12 – K_2^1 – сланці кварцово-біотитові та кварцово-магнетито-кумінгтонітові з магнетитом, з прошарками магнетито-кумінгтонітових кварцитів; 13 – K_2^1 – сланці кварцово-біотитові філітовидні, кварцово-гранато-біотитові, іноді з прошарками магнетито-кумінгтонітових кварцитів, в основі з пластоподібними тілами колчеданів; 14 – K_2^1 – кварцити кумінгтоніто-магнетитові з підлеглими прошарками кварцово-магнетито-кумінгтонітових та кварцово-магнетито-біотитових сланців; 15 – K_2^3 – кварцити кумінгтоніто-магнетитові та сланці кварцово-магнетито-кумінгтонітові з рідкими прошарками кварцово-кумінгтонітових з магнетитом сланців; 16 – K_2^2 – кварцити кумінгтоніто-магнетитові та сланці кварцово-магнетито-кумінгтонітові та кварцово-магнетито-біотитові; 17 – K_2^1 – кварцити кумінгтоніто-магнетитові та магнетитові з прошарками кварцово-магнетито-кумінгтонітових і кварцово-магнетито-біотитових сланців; 18 – K_2^1 – кварцити магнетитові та кумінгтоніто-магнетитові червоно- та сіросмугасті; 19 – K_2^3 – кварцити магнетитові, переважно червоносмугасті, тонкошаруваті; 20 – K_2^2 – кварцити магнетитові, іноді з кумінгтонітом, сіросмугасті, тонко- та середньо шаруваті, місцями з прошарками кварцово-магнетито-кумінгтонітових сланців; 21 – K_2^1 – кварцити магнетитові, переважно червоносмугасті, тонкошаруваті, в основі – кумінгтоніто-магнетитові з прошарками кварцово-магнетито-кумінгтонітових і кварцово-магнетито-біотитових сланців; 22 – K_2^1 – сланці кварцово-біотитові та кварцово-кумінгтонітові, часто хлоритизовані, з гранатом, з тонкими прошарками кварцових метапісковиків; 23 – тальк; 24 – K_1 – аркозові пісковики, філіти; 25 – ARkv – амфіболіти. Сланці кварцово-біотито-амфіболові та кварцово-амфіболо-біотитові; 26 – тектонічні порушення; 27 – тектонічні порушення біля рудного тіла; геологічні границі: 28 – між комплексами, серіями, світами та підсвітами; 29 – між пачками; 30 – між кондиційними та некондиційними рудами по вмісту заліза магнетитового в межах пачки; 31 – між мігматитами та гранітами-плагіогранітами; 32 – зона вивітрених, окиснених порід; 33 – границя між катаклазованими та «свіжими» породами; 34 – профілі комплексного обстеження; 35 – територія Біланівського ГЗК.

Породи фундаменту перекриваються регіонально розповсюдженими кайнозойськими відкладами, в складі яких виділяються утворення палеогенової і четвертинної систем.

Палеогенова система представлена відкладами бучацької, київської та харківсько-обухівської світ. Вони залягають майже горизонтально на поверхні докембрійських відкладів.

Безпосередньо на кристалічних породах лежать відклади бучацької світи ($P_2b\delta$) потужністю 6-31,5 м, які представлені дрібнозернистими пісками, кварцово-глауконітовими глинистими, часто більше схожими на рихлі пісковики, зім'яті та перемішані з глинами та мергелистим матеріалом, вуглистими глинами, а також змішаними пісчано-глинистими вуглистими відкладами.

Вище залягають відклади київської світи (P_2kv , 25-40 м), складеної сірувато-білими, часто з голубим відтінком щільними мергелями, які в низах товщі вміщують гравелісті зерна кварцу та лінзи грубозернистого піску.

Відклади харківської світи – P_2hr (22-37 м) представлені алевролітами, глинами з прошарками пісковиків тонко-дрібнозернистих, кварцово-глауконітових, глинистих.

Відклади четвертинної системи (Q_{III-IV}) розвинуті повсюди і покривають суцільним чохлом всі нижчезалягаючі давні утворення. Загальна їх потужність коливається від 2-3 до 12-15 м. В літологічному відношенні вони представлені верхньочетвертинними еолово-делювіальними пісчанистими суглинками, жовтуватобурими, сірувато-жовтими, інколи зеленувато-сірими, та середньо-верхньочетвертинними алювіальними дрібнозернистими кварцовими пісками, інколи глинистими сірими, жовто-сірими [1-4].

Грунтово-рослинний шар потужністю до 0,5 м суцільним чохлом покриває всі утворення.

Відповідно з геологічною будовою та гідрогеологічними умовами в районі виділяються наступні водоносні горизонти, що містять прісні підземні води: – середньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладів; – харківських відкладів; – бучацьких відкладів.

Основні результати радіоекологічних досліджень. Дослідження території виконані у дві стадії: – польові роботи; – камеральні роботи.

Комплексні профільні польові радіоекологічні дослідження виконувались у липні 2012 року з урахуванням відомих геолого-геофізичних матеріалів. Дев'ять субширотних профілів протяжністю від 1 600 до 8 900 м охоплюють всю територію Біланівського залізрудного родовища. Загальна кількість стаціонарних точок спостережень – 33.

Експедиційні дослідження включали: – натурні апаратурні вимірювання і попередню обробку результатів; – відбори проб ґрунту, керну, води та пилу повітря; – координатну супутникову прив'язку на місцевості точок спостережень.

Потужність радіоактивного випромінювання середовища (гамма-фон) вимірювалася приладами СРП зі шпуровим детектором на висоті 1 м від поверхні ґрунту, на поверхні ґрунту і каротажним детектором у ґрунті інтегровано від поверхні до глибини 1 м.

Точки інструментальних вимірювань, в тому числі приладом СРП-88Н, показані на рис. 2.



Рис. 2. Карта фактичного матеріалу обстеження території Біланівського ГЗК (інструментальні вимірювання)

Отримані виміряні значення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати вимірювань потужності радіоактивного випромінювання приладом СРП-88Н

Показник потужності радіоактивного випромінювання	0- 1 м, у ґрунті, мкР/год.	1 м, у повітрі, мкР/год.	0 м, на поверхні ґрунту, мкР/год.
Мінімальний	9,9	9	13
Максимальний	30	15	25
Середній	17,2	13,7	21,3

Потужність ефективної дози (ПЕД) вимірювалась приладом СКМ «Вектор» інтегрально в повітрі і на поверхні ґрунту. Результати наведені в таблиці 2, а просторове розміщення отриманих показників – на рис. 3.

Таблиця 2. Результати вимірювань ПЕД приладом СКМ «Вектор»

Показник ПЕД	ПЕД, мкЗв/год.	ПЕД, мЗв/рік	ПЕД, мЗв/ 10 років
Мінімальний	0,0715	0,626	43,84
Максимальний	0,222	1,945	136,13
Середній	0,096	0,8445	59,12

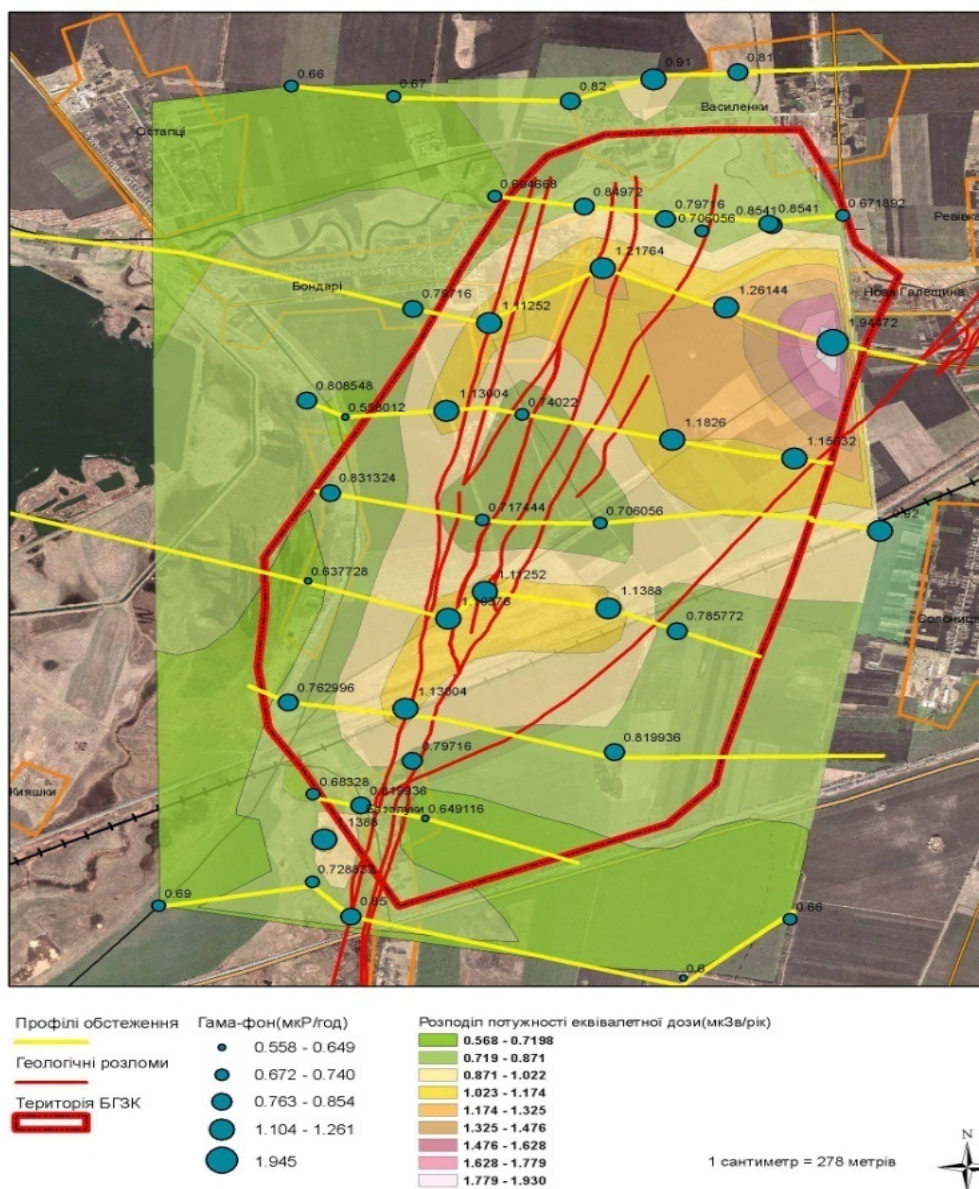


Рис. 3. Результати інструментальних вимірювань ПЕД на території Біланівського ГЗК

Радіоактивність ґрунту на території коливається у межах 48...74 Бк/м², при середньому значенні 66 Бк/м². Похибка виміру фону 5,2...6,2%. Похибка виміру активності поверхні 45...69%.

Активність еманції радону вимірювалась еманометром РРА-01М-01 «Альфарад» у ґрунті, в атмосферному повітрі та на поверхні ґрунту. Отримані результати у 53 точках вимірювань еманції з ґрунту, з них 18 результатів не перевищують порогової чутливості приладу, перевищення фонових значень еманції радону виявлене у 36 точках спостережень, зафіксовані показники складають 23...180 Бк/м³ при середньому значенні 59,3 Бк/м³. Особливості просторового розміщення показників еманції радону у ґрунті показані на рис. 4.

Для **лабораторних досліджень** відібрано kern з восьми свердловин, 31 пробу ґрунту і 34 проби води: 27 – з свердловин, 4 – з колодязів, 3 – з поверхневих водних об'єктів (рис. 5, 6).



Рис. 4. Активність еманції радону з ґрунту на території Біланівського ГЗК



Рис. 5. Карта фактичного матеріалу обстеження території Біланівського ГЗК (проби ґрунтів, пилові планшети, керн)



Рис. 6. Карта фактичного матеріалу обстеження території Біланівського ГЗК (проби води)

Вимірювання *питомої сумарної активності (ПСА)* гамма-випромінюючих радіонуклідів у пробах ґрунтів, відібраних на глибині 0...1,0 м, виконані на стаціонарному радіометрі "Food Lite", показують, що ґрунтовий покрив території характеризується невисоким рівнем радіоактивності (таблиця 3).

Таблиця 3. Результати вимірювань питомої сумарної активності ґрунтів приладом "Food Lite"

Показник	Питома сумарна активність ґрунтів, Бк/кг
Мінімальний	28±25
Максимальний	117±39
Середній	72

Просторовий розподіл отриманих результатів показано на рис. 7.



Рис. 7. Питома сумарна активність гамма-випромінювання ґрунту

Гамма-спектрометричний аналіз проб ґрунту та керну гірських порід (залізисті кварцити родовища) дозволив виявити присутність радіонуклідів уран-торієвого ряду. Результати аналізів кількох проб наведені в таблиці 4. Вони свідчать про слабкий ймовірний вплив уранового зруденіння, що не впливає суттєво на формування радіоактивності ґрунтів порівняно з радіокалієм.

- Крім описаних лабораторних вимірювань у рамках робіт проведені:
- визначення альфа- та бета-активності у гірських породах і ґрунтах;
 - рентген-флуоресцентний аналіз на вміст важких металів у ґрунтах;
 - визначення масової концентрації урану у водному розчині;
 - загальний хімічний аналіз природних вод;
 - аналіз елементарного складу речовини у водному розчині (атомно-абсорбційне визначення);
 - атомно-емісійний спектральний аналіз;
 - визначення активності радону у водному розчині.

Таблиця 4. Результати гамма-спектрометричного аналізу

Точка	Радіонуклід	Бк/кг	Відносна похибка (%)	Вклад(%)
WP0188	²²⁸ Ac	47,7	34,5	4,5
	⁴⁰ K	478	16,8	45,1
	²¹² Pb	50	13,3	4,7
	²¹⁴ Pb	95,2	22	9,0
	²²³ Ra	174	33,7	16,5
	²²⁶ Ra	74,5	37,2	7,0
	²³⁴ Th	134	90,4	12,7
	²³⁵ U	4,63	37,2	0,4
WP0200	²²⁸ Ac	34,2	40,6	3,3
	²¹⁴ Bi	145	23,1	13,9
	⁴⁰ K	577	15,6	55,2
	²¹² Pb	36,4	15,5	3,5
	²¹⁴ Pb	57,5	28,5	5,5
	²²³ Ra	126	40,4	12,1
	²²⁶ Ra	42,8	51,5	4,1
	²³⁴ Th	23,6	38,9	2,3
WP0254	²²⁸ Ac	55,9	31,7	5,6
	²¹⁴ Bi	117	26,1	11,6
	⁴⁰ K	546	16	54,3
	²¹² Pb	39,5	15	3,9
	²¹⁴ Pb	57,5	28,5	5,5
	²²³ Ra	145	37,6	14,4
	²³⁴ Th	10,3	48,1	1,0
WP213	²²⁸ Ac	28,1	35	3,1
	²¹⁴ Bi	66	27,1	7,3
	⁴⁰ K	468	14,1	51,5
	²¹² Pb	35,2	12,2	3,9
	²¹⁴ Pb	39,7	26,8	4,4
	²²³ Ra	214	23,1	23,5
	²²⁶ Ra	54,5	33,4	6,0
	²³⁵ U	3,39	33,4	0,4

Кольором виділені радіонукліди:



природні
родини ²³⁸U
родини ²³²Th

За результатами досліджень виконаний **статистичний аналіз**, який, зокрема, показує наявність надійних корелятивних зв'язків результатів, отриманих у повітряному середовищі, і їх відсутність у різних середовищах (повітря і ґрунт).

Відсутність кореляції між радіоактивністю 1-метрового шару ґрунту і фону поверхні (повітря) показує, що вплив на радіоактивність середовища зовнішніх факторів (стан атмосфери, сонячна активність) значно перевищує вплив внутрішніх факторів – власної питомої радіоактивності біокозної системи ґрунту.

Отримані результати можуть свідчити про існування певного впливу інтегральної питомої радіоактивності верхнього шару ґрунту і потужності гамма-випромінювання у

навколишньому середовищі (повітря). Для формування певних наукових висновків щодо цієї ймовірності необхідно продовження накопичення результатів фактичних вимірів (поповнення ряду даних).

Результати статистичного аналізу показують відсутність корелятивних зв'язків вимірюваних значень еманції радону з жодним із інших вимірюваних показників радіоактивності середовища.

Такі результати засвідчують, що радіоактивні еманції не впливають на формування радіоактивного фону досліджуваної території.

Таким чином, проведені польові та камеральні роботи показали, що:

1. Територія Біланівського родовища залізистих кварцитів характеризується низькою радіоактивністю. Усереднене значення ефективної дози (0,85 мЗв/рік) більш ніж вдвічі нижче від середнього для УЩ.

2. Радіоактивність середовища формується головним чином верхнім (до 1 м) шаром родючого ґрунту.

3. Розподіл активності в ґрунті з глибиною рівномірно стабільний (наслідок переорювання сільгоспугідь).

4. Усереднена радіоактивність шару ґрунту 0,0...1,0 м складає 70,1 Бк/кг. Запаси радіоактивності для території Біланівського ГЗК – 1,6 млн. кБк, або 0,043 Кі; щільність забруднення – 128 Бк/м², або 3,44 Е-3 Кі/км². Ці показники значно нижчі середніх для УЩ.

5. Утворення пилу під час земляних робіт на території Біланівського ГЗК не спричинить радіаційної загрози для здоров'я населення міст Кременчук та Комсомольськ, відстань до яких складає відповідно 15 та 13 км. Необхідне оцінювання ризику для населення сіл Нова Галещина і Солониця і персоналу.

6. Природна радіоактивність (еманція радону) може спричиняти вплив лише на персонал. Необхідне оцінювання ризику.

Отримані результати робіт дозволили сформулювати такі висновки та рекомендації.

Висновки

1. Навколишнє середовище досліджуваної території характеризується низьким в цілому рівнем радіоактивності у поверхневому шарі. Зафіксовані активності радіонуклідів як у польових умовах, так і при лабораторних вимірюваннях зразків усіх проб є нижчими, ніж відповідні середні показники для України. Водночас існують певні прояви впливу уранового зруденіння, що простежується присутністю радіонуклідів уранового і торієвого рядів у значній кількості проб ґрунту і керну. Ця обставина обумовлює необхідність впровадження комплексу контрольних і попереджувальних заходів.

2. На території зони впливу Біланівського ГЗК виявлено незначні радіаційні аномалії локального характеру – в північно-східній частині і, дещо меншу – в південній частині. Перша аномалія очевидно обумовлена впливом розташованого неподалік невеликого Кременчуцького уранового родовища. Походження другої не встановлене, імовірно вона пов'язана з ще не відомим на сьогодні уранопроямом.

3. Досліджені природні води як поверхневі, так і підземні не є джерелом радіаційної загрози, не містять радіоактивних елементів у концентраціях, які відрізняються від фонових.

4. Існуючі рівні еманції радону не створюють радіаційної небезпеки для населення, водночас можуть бути фактором певного впливу на персонал, що потребує контролю під час проведення земляних робіт.

5. Умови для фізико-хімічної трансформації радіонуклідів та зміни їх геохімічних міграційних властивостей під впливом кар'єрних робіт відсутні з огляду на характер планованої діяльності, яка хоча й пов'язана з втручанням у існуючі умови масопереносу, але на першому етапі земляних робіт у кар'єрі не призведе до значної зміни сучасних процесів термодинаміки гіпергенезу.

6. Оцінені потенційні радіоекологічні ризики прийнятні, розробка першої черги родовища не призведе до суттєвого збільшення існуючого на даний час радіаційного навантаження на населення і утворення нових додаткових загроз для екологічної безпеки середовища та санітарного благополуччя населення за умови постійного радіоекологічного контролю, своєчасного вжиття попереджувальних та, у разі необхідності, – захисних заходів.

Рекомендації

1. Щодо можливих подальших радіоекологічних досліджень:

а. Провести більш детальні обстеження виявлених локальних радіаційних аномалій (рис. 8) у північно-східній частині родовища (західніше с. Нова Галещина) та у південній його частині (північніше с. Базулуки).

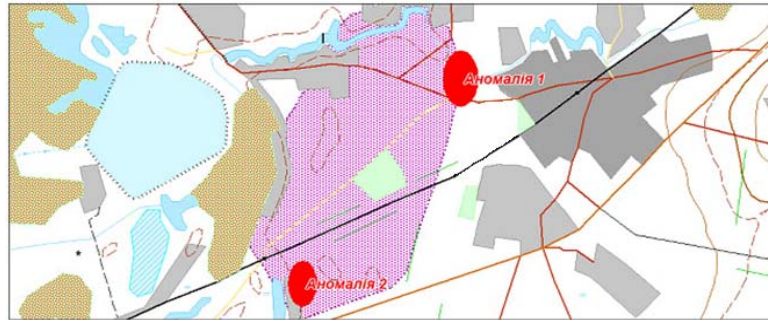


Рис. 8. Виявлені локальні зони радіаційних аномалій

б. Провести комплексне радіаційне обстеження під час і по завершенні першого етапу вскришних робіт.

2. Щодо передпроектного радіоекологічного моніторингу:

а. Рекомендувати щомісячні обстеження за показниками:

і. Потужність гамма-випромінювання середовища.

ii. Потужність гамма-випромінювання ґрунту до глибини 1,0 у шпурях.

iii. Еманация радону у ґрунті.

iv. Відбори проб ґрунту з наступним лабораторним вимірюванням радіоактивності.

б. Рекомендується така схема розміщення точок комплексних вимірювань та опробування (рис. 9):

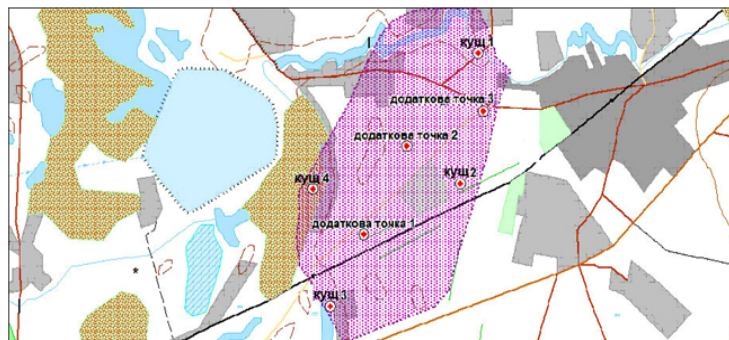


Рис. 9. Рекомендована схема розміщення точок комплексних вимірювань та опробування

с. Рекомендуються щомісячні відбори проб підземних вод з трьох підземних горизонтів існуючих свердловин по кущах 1-4 з наступним лабораторним вимірюванням об'ємної радіоактивності.

3. Щодо комплексного передпроектного екологічного моніторингу:

а. Рекомендуються щомісячні відбори проб підземних вод з трьох підземних

горизонтів існуючих свердловин по кущах 1-4 з наступним лабораторним вимірюванням загальної жорсткості та основних іонів.

b. Рекомендуються цоквартальні відбори проб води з поверхневих джерел з наступним лабораторним вимірюванням загальної жорсткості, основних іонів та нафтопродуктів.

4. Щодо моніторингу земляних робіт:

– виконувати радіологічний контроль у щоденному режимі під час ведення робіт.

При суттєвому підвищенні радіаційного фону середовища – призупинка робіт та оперативне радіаційне обстеження до з'ясування причин підвищення радіоактивності.

5. Рішення щодо екологічного моніторингу під час розробки кар'єру доцільно приймати за наявності даних всіх вище перелічених контрольних заходів.

6. Рекомендації щодо комплексу захисних, відновлювальних, компенсаційних та інших природоохоронних заходів слід приймати за результатами подальших досліджень.

7. У стратегічній перспективі доцільно розглянути питання щодо уточнення меж розробки кар'єру, а саме – коригування граничного розташування північно-східного борту.

1. Закономерности образования и размещения урановых месторождений Украины / [под ред. Я.Н. Белевцева и др.] – Киев, 1968. – 763 с.

2. Железисто-кремнистые формации Украинского щита. Т. 2. Докембрий / [под ред. Н.П. Семененко]. – Киев: «Наукова думка», 1978. – 367 с.

3. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Том 1. Металлические полезные ископаемые / [Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др.]. – Киев-Львов: Изд-во «Центр Европы», 2005. – 785 с.

4. Економічна геологія родовищ залізистих кварцитів / [Рудько Г.І., Плотніков О.В., Курило М.М., Радованов С.В.]. – К.: «Академпрес», 2010. – 272 с.

В.Г. Верховцев, Г.В. Лисиченко, Ю.Е. Тищенко, В.Г. Швайко, Г.Д. Коваленко
КОМПЛЕКСНЫЕ РАДИОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИИ БЕЛАНОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Государственным учреждением «Институт геохимии окружающей среды Национальной академии наук Украины» (ГУ "ИГОС") по заказу Общества с ограниченной ответственностью «Белановский горно-обогатительный комбинат» (ООО «Белановский ГОК») в июне-октябре 2012 г. проведены комплексные научно-исследовательские работы по теме «Натурные радиогеоэкологические исследования и оценка рисков, связанных с радиационной опасностью при разработке Белановского железорудного месторождения, Полтавская область». По результатам работ в соответствии с требованиями технического задания договора с ООО "Белановский ГОК" заказчику передан Заключительный отчет. В этой статье освещаются основные научные результаты указанных работ.

V.G. Verkhovtsev, G.V. Lysychenko, U.E. Tischenko, V.G. Shvaiko, G.D. Kovalenko

THE COMPLEX GEOECOLOGICAL RESEARCHES OF BELANOV MINING
State Institution "Institute of Environmental Geochemistry National Academy of Sciences of Ukraine" (SI "IEG") at the request of the limited liability company "Bilanivskiy Mining Plant" (LLC "Bilanivskiy Mining Plant") in June and October 2012 was conducted comprehensive research engineering on "Full-scale radiological, geoecological research and risk assessment which associated with radiation hazards in developing Bilanivskiy iron ore deposits, Poltava region." As a result of the work according to the requirements specification of the contract with "Bilanivskiy Mining Plant" was given Final Report to the customer. This article covers the main scientific results of these works.